

EFEKTIVITAS LARUTAN KAPUR DALAM MENURUNKAN KADAR FOSFAT PADA LIMBAH CAIR RSUD KOTA SEMARANG

Wiwin Tipuk Dwi Astuti, Tri Joko, Nikie Astorina Yunita Dewanti

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

Email: tipukwiwin@gmail.com

Abstrac-*Hospital effluent phosphate levels Semarang exceed the quality standards set out in the Perda Jateng No. 5 Tahun 2012. High levels of phosphates can cause eutrophication and environmental degradation. Advanced treatment processes to reduce phosphate that coagulation and flocculation processes using a hydrated lime. This study aims to determine the effectiveness of a hydrated lime in reducing phosphate levels in waste water RSUD Kota Semarang. This type of research is quasi-experimental design with pretest and post-test. The population in this research that effluent waste water RSUD Kota Semarang and the sample consisted of 56 liters of effluent waste water. Data analysis using Kruskal-Wallis test. The results of the preliminary stage which is the optimum dose as big as 4% hydrated lime provides phosphate levels decrease by 45,65%. Variations dose of hydrated lime at an advanced stage treatment is equal to 0; 1; 2; 3; 4; dan 5 ml produce phosphate content with value 5,87 mg/l; 5,95 mg/l; 5,24 mg/l; 2,43 mg/l; 1,96 mg/l; and 1,12 mg/l. Effective dose 160 mg/l can reduce phosphate content to 1,96 mg/l to meet quality standards, a minimum doses of the hydrated lime is 3,9 ml/l and a maximum dose is 4,2 mg/l. Statistical analysis shows that there are differences of various dose meaningful addition of lime solution to decreased levels of phosphate waste water RSUD Kota Semarang. The results of this study show that the addition of lime solution can reduce levels of phosphate waste water RSUD Kota Semarang.*

Key words : Waste water, Phosphate Levels, Effectiveness, Hydrated Lime, RSUD Kota Semarang

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rumah sakit mempunyai kaitan erat dengan keberadaan kumpulan manusia atau masyarakat. Hal ini dapat terjadi karena rumah sakit merupakan fasilitas sosial yang keberadaannya sangat diharapkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya sebagai manusia agar kesehatannya dapat tetap terjaga.¹ Berbagai aktivitas yang dilakukan di

dalam rumah sakit menghasilkan limbah, baik berupa limbah padat, limbah cair maupun limbah gas yang dapat merugikan masyarakat dan menurunkan kualitas lingkungan yang ada di dalam rumah sakit dan di sekitar rumah sakit.²

Salah satu karakteristik dari limbah cair rumah sakit yaitu memiliki kadar fosfat yang tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti pada tahun 2006

menunjukkan hasil bahwa 22 dari 52 limbah cair rumah sakit yang ada di Provinsi DIY dan Jawa Tengah memiliki kadar fosfat yang melebihi baku mutu berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No. 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi DIY.³ Keberadaan fosfat dalam limbah cair rumah sakit berasal dari instalasi laundry dan pencucian alat makan yang menggunakan deterjen-deterjen sintetik seperti hamix dan clax.

Limbah cair rumah sakit yang mengandung fosfat akan menyebabkan problem lingkungan hidup berupa eutrofikasi yaitu pencemaran air yang disebabkan oleh banyaknya jumlah nutrient di dalam ekosistem air. Hal ini bisa dikenali dengan warna air menjadi kehijauan, berbau tidak sedap dan kekeruhan menjadi sangat meningkat.⁴

Kadar fosfat dalam limbah cair dapat diturunkan melalui pengendapan yang didahului proses pengolahan secara kimiawi dengan menggunakan aluminium sulfat, kapur tohor, dan garam besi.⁵ Penggunaan larutan kapur sebagai bahan koagulan dengan pertimbangan bahwa larutan kapur mudah didapatkan, biaya murah, dan merupakan batuan alam sehingga relatif aman bagi lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh Setiawan pada tahun 2006 yang melakukan penurunan kadar fosfat dengan penambahan kapur (lime), tawas dan filtrasi zeolit pada limbah cair rumah sakit, didapatkan hasil bahwa larutan kapur dan larutan tawas efektif menurunkan kadar fosfat dalam limbah cair Rumah

Sakit Bethesda Yogyakarta dengan prosentase 97,92%.⁵ Pada penelitian yang dilakukan oleh Ivo pada tahun 2005 yang menggunakan kapur (CaO) untuk menurunkan kadar fosfat pada limbah cair Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru, didapatkan hasil bahwa dosis efektif penambahan kapur dalam penelitian tersebut adalah 10 mg per 100 ml air limbah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kapur dapat digunakan sebagai bahan koagulan untuk menurunkan fosfat.⁶

Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang merupakan rumah sakit tipe B milik pemerintah yang beralamatkan di Jalan Fatmawati. Fasilitas pelayanan yang disediakan RSUD Kota Semarang diantaranya Unit Gawat Darurat (UGD), laboratorium klinik, farmasi, radiologi, poliklinik umum dan spesialis, serta ruang rawat inap. Sebelum limbah cair yang dihasilkan dari berbagai kegiatan yang ada di dalam RSUD dibuang ke badan air, limbah cair tersebut diolah terlebih dahulu di dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah.

Data hasil pemeriksaan laboratorium dari Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah dan Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri dengan sampel effluent limbah cair RSUD Kota Semarang menunjukkan hasil bahwa kandungan fosfat dalam limbah cair pada tahun 2014 rata-rata sebesar 0,01 dan pada tahun 2015 rata-rata sebesar 5,19 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kadar fosfat dalam limbah cair RSUD Kota Semarang pada tahun 2015 masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5

Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 2 mg/l.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas larutan kapur dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas larutan kapur dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasi-experiment research*), yaitu penelitian yang mendekati percobaan yang sesungguhnya.⁷ Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian *pretest* dan *post-test* dengan kelompok kontrol (*pre and post test with control group design*).⁸

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, tahap perlakuan pendahuluan untuk menentukan dosis optimum larutan kapur dan tahap perlakuan lanjutan untuk menentukan dosis efektif larutan kapur.

Sampel dalam penelitian ini adalah sampel air limbah yang diambil dari titik sampel instalasi pengolahan limbah RSUD Kota Semarang yang dirancang dengan lima perlakuan untuk masing-masing dosis larutan kapur dengan jumlah ulangan sebanyak 5 kali terhadap eksperimen.

Uji statistik yang digunakan yaitu metode *One Way Anova* apabila data terdistribusi normal dan metode analisis *Kruskal-Wallis*

apabila data terdistribusi tidak. Jika nilai probabilitas $< \alpha$ menunjukkan bahwa hipotesis H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti terdapat perbedaan yang bermakna. Uji normalitas data menggunakan metode *Shapiro-Wilk*.

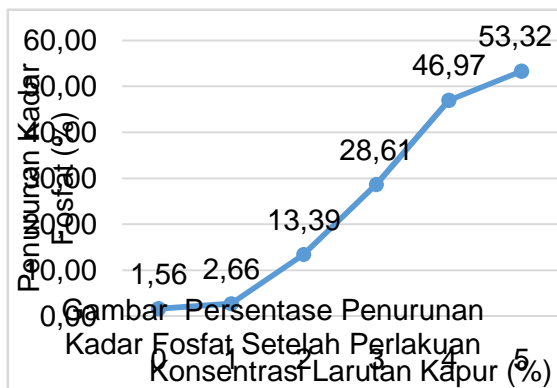
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Dosis Optimum Larutan Kapur

Larutan kapur dapat digunakan sebagai bahan koagulan untuk menurunkan kadar fosfat karena pada saat penambahan larutan kapur ke dalam air limbah kemudian dilakukan pengadukan akan terjadi reaksi antara kapur dan fosfat akan menghasilkan endapan hidroksiapatit atau $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$.⁹ Penambahan larutan kapur ini dapat menurunkan kadar fosfat hingga 80%.¹⁰

Dosis optimum larutan kapur ditentukan dalam perlakuan pendahuluan dengan cara memilih dosis larutan kapur kapur yang dapat menurunkan fosfat dengan persentase terbesar. Proses koagulasi dan flokulasi menggunakan larutan kapur dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 1% - 5 % masing-masing sebanyak 3 ml pada setiap 1.000 ml sampel air limbah. Konsentrasi larutan kapur dibatasi hingga 5% dengan pertimbangan penambahan larutan kapur yang berlebihan pada proses akan menambah jumlah endapan

yang terbentuk dan pH air akan meningkat.¹¹



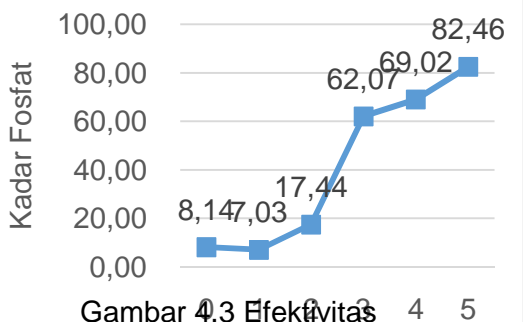
Konsentrasi larutan kapur atau dosis optimum larutan kapur yang akan digunakan dalam perlakuan lanjutan harus memperhatikan perubahan pH karena semakin besar dosis larutan kapur pH air akan berubah menjadi semakin basa. Hasil perlakuan pendahuluan menunjukkan bahwa pada konsentrasi kapur 1% - 4% pH air masih di bawah baku mutu yaitu di bawah 9, sedangkan pada konsentrasi larutan kapur 5% pH air melebihi baku mutu yaitu sebesar 9,08.

B. Efektivitas Perlakuan Penambahan Kapur terhadap Kadar Fosfat

Pengambilan sampel effluen limbah cair yang digunakan pada tahapan ini dilakukan pada pukul 08.00 WIB. Kadar fosfat pada sampel air sebelum perlakuan sebesar 7,22 mg/l; 5,96 mg/l; 5,78 mg/l; 7,17 mg/l; dan 6,04 mg/l. Perlakuan dilakukan dengan sistem curah. Sebanyak 1.000 ml sampel air ditambahkan larutan kapur 4% sebanyak 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml

kemudian dilakukan pengadukan cepat dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 20 rpm selama 15 menit. Pada saat pengadukan cepat terbentuklah flok-flok yang kemudian akan menjadi endapan hidroksiapatit yang berwarna putih.

Proses selanjutnya setelah pengadukan yaitu dengan melakukan pengendapan selama 30 menit, yang bertujuan untuk memberikan waktu kepada presipitat yang terbentuk agar dapat mengendap dengan sempurna. Kadar fosfat setelah perlakuan penambahan larutan kapur 4% sebanyak 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml mengalami penurunan menjadi 5,87 mg/l; 5,95 mg/l; 5,24 mg/l; 2,43 mg/l; 1,96 mg/l; dan 1,12 mg/l, sehingga dari kadar sebelum dan sesudah perlakuan dapat dihitung efektifitas penurunan kadar fosfat yaitu sebesar 8,14%; 7,03%; 17,44%; 62,07%; 69,02%; dan 82,46%.



Gambar 4.3 Efektivitas Penurunan Kadar Fosfat Setelah pada Lanjutan Penambahan Larutan Kapur 4% dengan Berbagai Variasi Dosis

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh

Metclaff dan Eddy tahun 1991 yang mengemukakan bahwa penggunaan kapur pada dosis rendah dapat menurunkan kadar fosfat hingga 65% dan penggunaan kapur pada dosis tinggi dapat menurunkan fosfat hingga 80%.¹¹ Persentase penurunan kadar fosfat pada hasil penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Wahyuningsih pada RSUD Moewardi, yang menggunakan larutan kapur dengan konsentrasi 3% sebanyak 12,5 ml/l menghasilkan efektivitas penurunan fosfat sebesar 95,7%.¹² Hasil penelitian ini juga lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Winaryanto dengan hasil bahwa dosis efektif 400 mg/l dengan penurunan fosfat sebesar 88,20%.¹³ Persentase penurunan kadar fosfat dalam penelitian ini memiliki nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian lain. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan kadar fosfat sebelum perlakuan, karakteristik limbah yang diberi perlakuan, dan lamanya proses pengadukan serta pengendapan.

Pada perlakuan tahap ini, nilai pH sebelum perlakuan yaitu sebesar 7,68. Setelah dilakukan penambahan larutan kapur konsentrasi 4% dengan variasi dosis 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml nilai pH mengalami kenaikan menjadi 7,68; 8,18; 8,65; 8,79; 8,95; dan 9,28. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Metclaff dan Eddy tahun 1991 yang menunjukkan bahwa penggunaan kapur pada dosis rendah dapat

memperbesar nilai pH hingga 5-7 dan penggunaan kapur pada dosis tinggi dapat menaikkan pH sampai dengan 10.¹¹

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna dari penambahan larutan kapur dengan berbagai variasi dosis terhadap penurunan kadar fosfat air limbah Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar fosfat disebabkan oleh penambahan larutan kapur bukan karena faktor lain. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Elda pada tahun 2005 di Rumah Sakit Islam Ibnu Sina yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna dari penambahan kapur dengan berbagai variasi dosis terhadap penurunan kadar fosfat air limbah Rumah Sakit Ibnu Sina.⁸

C. Efektivitas Perlakuan Penambahan Kapur terhadap Kadar Fosfat

Penentuan larutan kapur 4% dengan variasi dosis 1 ml/l, 2 ml/l, 3 ml/l, 4 ml/l, dan 5 ml/l yang paling efektif atau memiliki efektivitas terbesar dalam menurunkan kadar fosfat dapat dilakukan dengan beberapa langkah.

Pertama, menentukan variasi dosis larutan kapur 4% yang dapat menurunkan kadar fosfat hingga di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Kadar fosfat yang telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan diperoleh pada larutan kapur 4% dengan variasi

dosis 4 ml/l dan 5 ml/l yang menghasilkan kadar fosfat sebesar 1,96 mg/l dan 1,12 mg/l. Akan tetapi, ada dosis antara 3-4 ml/l atau pada dosis 3,9 ml/l kadar fosfat sudah memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 2 mg/l. Langkah kedua, yaitu dengan memilih variasi dosis larutan kapur 4% yang memberikan nilai penurunan fosfat tertinggi dari hasil perlakuan dan di dapatkan hasil dosis 5 ml/l memiliki selisih kadar fosfat sebelum dan sesudah pelakuan sebesar 5,31 mg/l dari kadar sebelum perlakuan sebesar 6,43 mg/l menjadi 1,12 mg/l.

Langkah ketiga untuk menentukan dosis yang paling efektif yaitu dengan mempertimbangkan syarat lain yang telah ditetapkan, Pada penelitian ini, larutan kapur 4% dengan dosis 5 ml/l menghasilkan penurunan fosfat yang lebih besar dibandingkan dengan dosis 4 ml/l. Akan tetapi, pada penambahan larutan kapur 4% sebanyak 5 ml/l, pH air limbah mengalami peningkatan menjadi 9,28 atau melebihi nilai baku mutu, maka dosis 5 ml/l tidak dapat dipilih sebagai dosis efektif. Langkah keempat yaitu dengan pertimbangan pada kondisi yang sesungguhnya dan bersifat teknis.

Berdasarkan langkah di atas, diperoleh dosis larutan kapur yang paling efektif untuk menurunkan kadar fosfat pada air limbah rumah sakit yaitu sebesar 4 ml/l. Dosis minimum sebesar 3,9 ml/l karena pada dosis ini kadar fosfat sudah memenuhi baku mutu dan pH masih di bawah baku mutu yang

telah ditetapkan. Jika dosis larutan kapur diturunkan maka kadar fosfat akan tetap melebihi baku mutu. Dosis maksimum larutan kapur sebesar 4,2 ml/l. Dosis ini dipilih karena pada dosis 4,2 ml/l pH air masih di bawah baku mutu dan kadar fosfat pun di bawah baku mutu.

D. Implementasi Hasil Penelitian di IPAL Rumah Sakit Umum Derah Kota Semarang

Kadar fosfat pada limbah cair RSUD Kota Semarang masih melebihi baku mutu meskipun sudah limbah cair telah diolah dalam IPAL. Hasil penelitian ini dapat diterapkan pada IPAL RSUD Kota Semarang karena telah terbukti bahwa larutan kapur dapat menurunkan kadar fosfat pada limbah cair dan didukung dengan kondisi IPAL yang menggunakan sistem SBR dan biofilter yang memungkinkan untuk menambahkan larutan kapur pada proses setelah proses pengendapan tahap kedua agar tidak mengganggu proses utama. Penambahan larutan kapur dilakukan dengan membuat pengolahan lanjutan dengan sistem koagulasi flokulasi.

KESIMPULAN

1. Kadar fosfat pada effluen limbah cair IPAL RSUD Kota Semarang sebelum penambahan larutan kapur 4% dengan berbagai variasi dosis rata-rata sebesar 6,43 mg/l dan rata-rata pH sebesar 7,68.

2. Kadar fosfat pada effluen limbah cair IPAL RSUD Kota Semarang setelah penambahan larutan kapur dengan dosis 0 ml/l, 1 ml/l, 2 ml/l, 3 ml/l, 4 ml/l, dan 5 ml/l berkurang menjadi 5,87 mg/l, 5,95 mg/l, 5,24 mg/l, 2,43 mg/l, 1,96 mg/l, dan 1,12 mg/l.
 3. Dosis larutan kapur 4% yang efektif untuk menurunkan kadar fosfat adalah 4 ml/l dapat menurunkan kadar fosfat dari 6,43 mg/l menjadi 1,96 mg/l sehingga memenuhi baku mutu, dosis larutan minimum sebesar 3,9 ml/l dan dosis maksimum sebesar 4,2 ml/l.
 4. Terdapat perbedaan bermakna dari berbagai variasi dosis penambahan larutan kapur 0 ml/l, 1 ml/l, 2 ml/l, 3 ml/l, 4 ml/l, dan 5 ml/l terhadap penurunan kadar fosfat limbah cair RSUD Kota Semarang.
- DAFTAR PUSTAKA**
1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan.
 2. Koesnopotranto, H. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. 1983.
 3. Wijayanti, R. *Gambaran Kualitas Limbah Cair Sarana Pelayanan Kesehatan di Provinsi DI Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2006*. Yogyakarta: BBTKI PPM Yogyakarta. 2007.
 4. Widaastuti, P. *Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan*. Jakarta: EGC. 2005.
 5. Budi, S. *Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Bethesda Yogyakarta)*. Universitas Diponegoro, Semarang, (Online), 2006. (<http://eprints.undip.ac.id/18012/>, diakses pada 4 Januari 2016)
 6. Elda, I. *Efektivitas Kapur (CaO) dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru*. Universitas Sumatera Utara, Medan, (Online), 2005. (<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/31854>, diakses pada 4 Januari 2016)
 7. Kasiram, M. *Metodologi Penelitian*. Malang : UIN-Malang Press. 2008.
 8. John, J. *Metodologi Penelitian Psikologi edisi ketujuh, terj. Helly Prajitno Soetjipto dan Sri Mulyani*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2007.
 9. Sawyer and Mc Carty. *Chemistry and Proses Technology Encyclopedia*. USA. 1974
 10. Ginting, P. *Pemulihan Keindahan Danau Toba*. Bandung : Yrama Widya. 2009.
 11. Metcalf and Eddy. " *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse* ". New York: Mc Graw Hill Inc. 1991
 12. Wahyuningsih, Tri. *Efektivitas Larutan Kapur [Ca(OH)₂] Dalam Menurunkan Kadar Phosphat Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUD dr. Moewardi Surakarta*. Universitas Diponegoro, Semarang, 2009. (Online). (<https://core.ac.uk/download/files/379/11729867.pdf>, diakses pada 13 Januari 2016).
 13. Winaryanto, Tri Setyo. *Penurunan Kadar Phosphat pada Limbah Cair dengan Koagulasi, Flokulasi, dan Sedimentasi*. Yogyakarta: Balai Besar Teknik

Kesehatan Lingkungan dan
Pemberantasan Penyakit
Menular,. 2006.

